

现代海洋牧场建设之我见^{*}

杨红生¹ 霍 达^{1,2} 许 强³

(1. 中国科学院海洋研究所 青岛 266071; 2. 中国科学院大学 北京 101407; 3. 海南大学 海口 570228)

摘要 现代海洋牧场建设是实现我国海洋渔业与近海生态系统和谐发展的重要途径之一,作为一种海洋经济新业态,海洋牧场既能养护渔业资源,又能修复生态环境。本文论述了现代海洋牧场建设的必要性,分析了我国海洋牧场建设中存在的建设技术缺乏标准化、承载力评估缺乏模型化、建设理念缺乏生态化、管理缺乏信息化等问题,探讨了现代海洋牧场相关理念及分类模式。针对现代海洋牧场建设存在的突出问题,提出了构建陆海统筹现代海洋牧场亟待解决的技术先导和“四化”突破(工程化、机械化、自动化和信息化)等对策和建议。

关键词 现代海洋牧场; 工程化; 机械化; 自动化; 信息化

中图分类号 S937.3 **doi:** 10.11693/hyh20160900203

目前,我国海洋牧场建设方兴未艾,已成为海洋产业新业态之一。海洋牧场建设是一个长期、复杂的系统工程,应坚持立足长远、整体推进、重点建设的思路,将其综合效益突出体现在生态系统保护和资源养护两方面。海洋牧场建设由于投资巨大,且大多是公益性工程,需要政府、社会的持续重视和长期支持。与此同时,海洋牧场建设中仍有许多重大科学问题和技术瓶颈亟待系统突破。本文梳理了现代海洋牧场的概念及分类,阐述了当前我国海洋牧场建设的必要性和建设中存在的问题,并对如何建设陆海统筹的现代化海洋牧场提出了建议。

1 现代海洋牧场基本特征

中国科学院院士曾呈奎先生早在 1965 年就曾提出过“使海洋成为种植藻类和贝类的‘农场’,养鱼、虾的‘牧场’,达到‘耕海’目的”的观点(曾呈奎等, 1965),并于 1981 年系统地论述了海洋牧业的理论与实践(曾呈奎等, 1981),为我国提出特色海洋牧场理念、构建特色海洋牧场奠定了坚实的基础。

海洋牧场自其概念提出以后,受到了沿海国家的普遍重视(陈力群等, 2006)。据 FAO(联合国粮农组

织)统计,世界上已有包括美国、日本、韩国等 64 个沿海国家发展海洋牧场,资源增殖种类逾 180 种,取得了显著效果。然而各国海洋牧场的特色及构建重点不尽相同。从构建特色来看,美国以游钓渔业为特色,日本注重自然与资源养护补充的功能,韩国则重点关注对苗种的培育和增养殖。

海洋牧场是基于海洋生态学原理和现代海洋工程技术,充分利用自然生产力,在特定海域科学培育和管理渔业资源而形成的人工渔场(杨红生, 2016)。它不同于以资源持续获取为目的的海洋捕捞、以单种产量最大化为目的的海水养殖及以资源增殖为目的的人工放流,海洋牧场是以环境和生态和谐为目的的导向,集环境保护、资源养护、高效生产以及休闲渔业为一体的海洋经济新业态,是解决我国近海环境保护和渔业资源可持续利用的重要途径。

我国海洋牧场建设始于 20 世纪 70 年代末,主要以人工鱼礁建设和资源增殖放流为主(阙华勇, 2016)。相比之下,海洋牧场比人工放流更加注重对生境的修复与重建以及放流后的资源管理与保护。海洋牧场比海水养殖更加注重环境保护与品质提升,在减少环境污染的同时,提高了养殖生物的质量(陈力群等,

^{*} 中国科学院战略性先导科技专项, XDA11020700 号; 国家科技支撑计划, 2011BAD13B02 号; 国家海洋公益性行业科研专项, 2013418043 号。

通讯作者: 杨红生, 博士生导师, 研究员, E-mail: hshyang@qdio.ac.cn

收稿日期: 2016-09-21, 收修改稿日期: 2016-10-14

2006)。与捕捞相比,海洋牧场注重对生物资源的养护和补充(杨红生等,2013)。而现代海洋牧场更加突出体现工程化、机械化、自动化、信息化等特点和优势。

2 现代海洋牧场建设的必要性

我国拥有广阔的海洋国土,海岸线漫长、海岛众多,这些自然地理优势都是建设海洋牧场的理想条件。设施化与生态型的大水面海水池塘和围堰养殖以及筏式养殖、网箱养殖等养殖模式,也为海洋牧场建设奠定了良好的基础(潘澎等,2016)。但同时,我国也存在渔船数量过多、渔民资源保护观念落后、渔业技术水平低下等问题。近海渔业资源衰退、生态环境恶化等问题在客观上制约了海洋渔业的可持续发展,渔业产业模式亟待转型升级。

2.1 应对近海渔业资源严重衰退的手段之一

我国管辖海域的渔业资源可捕捞量大约是800—900万吨,而实际年捕捞量为1300万吨左右(沈静文,2016)。海洋渔业捕捞强度过大已经严重地影响了我国近海渔业资源的数量与质量。目前,我国鱼类资源仅为20世纪80年代7%—8%的水平,近海捕捞对象已由60年代大型底层和近底层种类转变为经济价值低下的小型中上层鱼类。辽东湾亦已难以形成有经济价值的鱼汛。辽宁省海洋渔业厅提供的数据显示,辽东湾原有各种鱼类约155种,目前仅剩92种,下降了40.6%。近海渔业资源衰退之严重,令人扼腕!近海渔业资源衰退,除对渔业产出造成严重的影响外,还造成了顶层食物链的缺失,导致近海营养盐只能在食物链底层发挥作用,赤潮、浒苔、水母等暴发的频率、面积及持续时间呈现明显的扩大趋势,对渔业良性发展极为不利。通过海洋牧场建设,可对局部海域进行有效的生境保护与资源养护,同时通过工程技术手段投放礁体,营造适宜的栖息生境,开展资源增殖放流,对海洋渔业资源的恢复起到积极作用。

2.2 缓解近海局部环境恶化状况的途径之一

我国沿海重要的海水养殖区目前大多分布于港湾和河口附近水域(杨红生等,1999),陆源污染、生态灾害、围填海等加剧了海洋环境的恶化。《2015年中国海洋环境状况公报》指出,我国近岸海域污染仍然严重。对面积超过100km²的44个大中型海湾进行调查发现,其中有21个海湾全年均出现劣四类海水水质的海域;超过88%的陆源入海排污口邻近海域水质无法满足所在海洋功能区环境保护要求。海洋牧场中的大型藻场建设可以有效调控海域水体营养盐状

况,防止赤潮等生态灾害的发生。相关实验结果表明,海藻修复区比对照区的氨态氮平均下降42.5%,硝态氮平均下降27.0%,亚硝态氮平均下降57.4%,活性磷平均下降55.0%(徐珊楠,2006)。与此同时,大型藻场水域单位面积净固碳能力分别是森林和草原的10倍和20倍(周鸿艳,2013),结合大规模的贝类增养殖可进一步促进近海海域的碳储存,继而对降低大气二氧化碳浓度做出重要贡献。通过海洋牧场建设,建立健康的近海生态系统,筛选适宜的生物修复种类(如藻类、滤食性贝类、沉积食性动物)开展规模化增养殖,可对水质和底质起到有效的调控和修复作用。

2.3 渔业产业转型升级兴业的方方向之一

纵观我国海洋渔业的发展历史,20世纪90年代以前经历了以人工繁育与规模养殖为核心技术的现代渔业第一次飞跃,实现了野生型海洋生物养殖产业化;至21世纪初期经历了以良种培育与生态模式构建为特色的现代渔业第二次飞跃,实现了养殖生物良种化、养殖技术生态工程化、养殖产品高质化和养殖环境洁净化(杨红生等,1999);时至今日,随着现代科学技术与管理水平的提升,我国亟待实现以管理信息化与智能装备相结合的现代渔业第三次飞跃。以“生态优先、陆海统筹、三产融合、四化同步、创新跨越”为核心理念的现代海洋牧场正是实现增养殖产业转型升级、实现第三次飞跃的必要出路(杨红生等,2016)。

3 现代海洋牧场建设存在问题分析

当前我国海洋牧场的建设存在着一些亟待解决的问题。例如:我国海洋牧场至今仍未能有统一的建设标准;在建设过程中,对环境的承载力评估严重滞后,且建设仍然以增殖经济价值较高的水产品为目的,对生态修复方面考虑甚少。此外,海洋牧场管理的信息化水平有待提高,对于潜在的信息化安全问题考虑尚不全面。

3.1 建设理念缺乏生态化

目前,我国除了少数海洋牧场在设计中涉及对红树林、海草床、海藻床、珊瑚礁的修复,其他大多仍以增殖经济价值较高的水产品为目的。未能充分考虑环境和生态系统功能的恢复(杨红生等,2016),对渔业资源种类的种群结构、遗传多样性的恢复等关注不足。对“三场一通道”(产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道)的保护缺乏重视,重经济轻生态的观念仍根深蒂固。虽然从商业角度上来说,海洋牧场建设

过程中应追求一定程度的单品种、大量增殖,但这一方面会导致高产降价,更重要地会对海洋牧场海域生态系统稳定性造成不利影响(都晓岩等, 2015)。此外,从生态学角度看,增殖群体与野生种群若存在生殖交流,野生种群的遗传结构及多样性可能会受到增殖群体的负面影响(姜亚洲等, 2014)。总之,“生态优先”的理念必须在未来的现代海洋牧场建设实践中加以重视。

3.2 建设技术缺乏标准化

“牧场建设,标准先行”。科学、细致、全面的建设标准是海洋牧场高规格建设的重要保障。我国已建成的海洋牧场大多存在一些细节问题。设计角度方面,海洋牧场的建设区域选择缺乏依据、投放的鱼礁选型不科学;总体布局未能基于生态系统理论设计;增养殖方式上,水域增殖放流的渔业资源种类单一,生物群落结构简单,系统稳定性差;生态效果方面,海藻场、海草床、贝床等功能区缺乏,生态修复效果难以充分发挥,未能实现牧场的生态恢复功能。

究其原因,主要是由于海洋牧场构建缺乏相关的建设标准。建议尽快制定相关标准,规范以下内容:海洋牧场的选址及规模、礁体设计及投放准则、增殖种类选择、管理制度、维护体系、效果评估等方面。以选址为例,在不同海域海洋牧场的选址和类型应当有所区别,因此需要有针对性地对不同海域进行研究,确定牧场建设位置和适宜建设的牧场类型,同时还需进一步梳理可能对海洋牧场构成潜在风险的环境因子(颜慧慧等, 2016)。

3.3 承载力评估缺乏模型化

承载力指单位水体在保护环境、节约资源和保证应有效益的各个方面都符合可持续发展要求的最大生物量(董双林等, 1998)。由于受到地理条件等影响,不同水域的养殖承载力存在差异,即使是同一养殖区域,由于养殖模式的不同,承载力也存在较大的差别。我国海洋牧场在建设过程中,由于未能估算不同生物类群的环境承载力,导致牧场增殖种类配比和投放规模难以确定。对海洋牧场待建海域的水质、底质、水流、生物群落结构以及承载能力的不了解,会使得海洋牧场建设难以达到预期目标,增养殖生物成活率降低、局部环境恶化,甚至对海域生态系统造成破坏。

3.4 管理缺乏信息化

目前,信息化在海洋牧场建设过程中正占据越来越重要的地位,但海洋牧场管理的总体信息化水

平仍有待提高。同时必须正视伴随而来的信息安全问题。海洋牧场的运营数据何人可用,可用作何用途,这些尚未能有明确的规定进行阐述。安全标准、管理标准、共享标准和应用标准等信息化标准规范的建立,无论从数量上还是全面性来看,与当前信息化海洋牧场建设的要求差距巨大。另外各海洋牧场数据是否应该进行互通交流,信息共享是否有潜在的安全隐患现在都还不得而知。如何合理合法地利用已获得的信息,如何从众多数据中提取出有用信息,这对海洋牧场经营单位的决策能力和信息人才都提出了更高的要求。这些问题在很大程度上制约了海洋牧场信息化发展及整体管理运营效率的提升。

3.5 规划缺乏统一化

当前我国海洋牧场建设多以企事业申报为主,缺乏国家、省、市层次上的统一规划。而且,海洋牧场的建设同时受多个涉海部门指导,但各部门职能分工不清、各自为政,因而存在重复建设、特色不突出的现象,难以形成整体有效的效果。此外,现建的多数海洋牧场还只停留在投石造礁的初期阶段,布局不尽合理,缺乏长期规划(李波, 2012),建设效果欠佳。

4 现代海洋牧场模式分类方法

4.1 以建设区域为依据

海洋牧场以建设区域为依据可分为海湾型、滩涂型、岛礁型及离岸深水型。海湾型海洋牧场是以海湾生境为主体,结合人工鱼礁、浮筏设备或网箱等工程设施构建的海洋牧场,实现海湾生境修复与生物资源养护。滩涂型海洋牧场是以近岸滩涂生境为主体,结合栖息地改良、经济动植物增殖和养护构建的海洋牧场,实现滩涂生境修复与生物资源养护。岛礁型海洋牧场是以海岛或海礁及其毗连海域为主体,结合人工鱼礁、浮筏设备或网箱等工程设施构建的海洋牧场,实现岛礁生境修复与生物资源养护。离岸深水型海洋牧场是以大型养殖工船或深水网箱为主体,结合现代生物技术、海洋工程技术和信息技术,在开放海域(如水深大于 30m)构建的海洋牧场,实现离岸深水海域安全高效生产及毗连区域生物资源养护。

4.2 以核心设施类型为依据

海洋牧场以核心设施类型为依据可分为人工鱼礁型、筏式设施型、离岸深水网箱型和工船型。人工鱼礁型海洋牧场是以人工鱼礁为主,结合大型藻类、底栖动物、游泳动物增殖放流技术构建的海洋牧场。

筏式设施型海洋牧场是以筏式设施为主,结合大型藻类和贝类复合生态增殖技术构建的海洋牧场。离岸深水网箱型和工船型海洋牧场是以大型网箱群为主,在如水深大于30m的开放海域,结合现代生物技术、海洋工程技术和信息技术构建的海洋牧场,实现近海生境修复和生物资源养护与离岸深水海域安全高效生产及毗连区域生物资源养护。

4.3 以建设目标为依据

海洋牧场以建设目标为依据可分为海珍品增殖型、休闲游钓型及资源养护型。海珍品增殖型海洋牧场是以增殖海珍品为目的构建的海洋牧场,结合人工鱼礁构建和海珍品增殖放流技术,实现生境修复与海珍品高效产出。休闲游钓型海洋牧场是以休闲垂钓为目的构建的海洋牧场,结合景观构建和安全保障技术,提供休闲娱乐、科普教育等多功能服务,促进渔旅融合和生态保护。资源养护型海洋牧场是以渔业资源养护为目的构建的海洋牧场,结合人工鱼礁构建、增殖放流和资源管理技术,实现关键物种种质资源保护和渔业资源养护。

4.4 以建设水平为依据

海洋牧场以硬件设施、配套技术、管理水平等建设水平为分类依据,可分为初级、中级和高级海洋牧场三种。初级海洋牧场是以海产品产出为主的海洋牧场,增殖物种在2—3种内,单个采捕周期需补充苗种。中级海洋牧场是以环境保护和资源养护为主的海洋牧场,增殖物种在3—5种内,营养级结构层次为2—3级,两个以上采捕周期需补苗,具有环境保障与生态安全监测预警系统,具备海产品加工能力,拥有海产品质量安全追溯体系。高级海洋牧场是兼具环境保护、资源养护、休闲渔业和科普教育等功能的海洋牧场,增殖物种在5种以上,营养级结构层次达到3级以上,牧场内主要生物资源实现自然补充,拥有原(良)种场,具有完善的环境保障与生态安全监测预警系统,具备海产品精深加工能力,拥有海产品全产业链的质量安全追溯体系。

5 现代海洋牧场构建途径

海洋牧场在空间上覆盖陆域和海域,陆域是苗种繁育、产品加工、牧场运行管理的基地,海域是开展人工鱼礁建设、增殖放流、生境修复、采捕收获的生产空间(杨红生等,2016)。因此,海洋牧场需以海域为主体、以陆地为依托进行合理统筹规划,通过实施技术先导与“四化”突破,实现海陆一体化建设。

5.1 实施技术先导

5.1.1 牧场建设规划 通过对海洋牧场待建区域进行本底调查与环境评价,了解掌握不同海区的理化因素与海底状况,遵照相关海域区划设计,对牧场海域和陆域统筹规划,提高空间利用效率,实现科学明晰的牧场空间布局。

5.1.2 牧场承载力评估 牧场承载力评估相关技术研究主要包括近海生态系统健康评价技术、海洋牧场承载力评价技术,建立牧场健康评价指标体系,以确定我国海湾和岛礁海域的承载力和增殖潜力,从而确定海洋牧场构建模式和建设规模。

5.1.3 牧场生境修复与优化 牧场生境修复与优化相关技术研究包括滩涂、海湾和岛礁海底生境修复与优化技术,构建富营养化海域物质消减和资源化利用技术,退化生境修复技术,以改善牧场生态环境。加强对海草床、海藻场修复技术、底质修复技术、水动力调节技术、种群重建技术、景观设计技术的研究,修复并优化牧场生境。

5.1.4 牧场生物资源养护 建立海洋牧场种质资源库,统一标准,协调供给。加强对关键生物增殖补充技术、标志放流技术、培育与扩繁技术、敌害防控技术的研究,实施技术先导,使牧场增殖的海洋生物资源得以养护。

5.1.5 牧场关键种驯化 通过了解资源生物光感、声感、嗅觉、味觉等行为学特征,掌握生物驯化技术,综合声光电磁、气泡幕、网围、水团、温跃层、投饵、人造生境诱导等技术研发相应装备,用以驯化牧场海洋生物,使其与海洋牧场相适应。

5.1.6 牧场系统信息管理与平台整合 利用卫星遥感、GPS定位、地理信息系统、物联网和人工智能技术,构建立体监测平台和数字化决策与管理平台,对海洋牧场生态系统进行实时监管。通过整合部门信息资源,利用海洋预报减灾、海洋环境监测等体系建设以及山东省海洋与渔业“一张图”信息服务平台,融合借鉴相关产业的共有资讯。

5.1.7 牧场标准制定 通过制定统一的海洋牧场建设标准,规范牧场建设,统筹管理、协调运转。制订牧场的评估标准,从以往仅针对牧场增殖产品获得的经济效益层面,拓展至对整个海区的经济、生态和社会效益等多方面进行。

5.2 实施“四化”突破

5.2.1 牧场建设工程化 海洋牧场建设从项目管理层面上可以说是一项综合性很强的工程,涵盖海

洋工程、土木工程、电子工程、机械工程、信息工程等方面,因此在建设过程中必须突出“工程化”,引入工程管理理念,保证海洋牧场的高标准建设与高效运营。在设施设计过程中注重设施规模化施工的便利性,提高效率,降低能耗和成本;建设过程中注重工程项目的质量管控,参照相关工程项目建设标准制定相应的标准规范,以保证各项建设均达到预期的质量要求。同时也应加强采取工程化进度管理方案,保证各个工程建设单元的协调同步。

5.2.2 牧场生产机械化 相对陆地大农业而言,海洋农业机械化程度还不够高,突出体现在牧场建设装备、底播采捕和加工装备等方面,底播增养殖生物采捕难度大,离岸深水牧场建设和生产的机械化尚处于起步阶段,如用于苗种培育和驯化配套的投饵、洗网、分级、吸鱼等机械化装备,必须淘汰落后产能,推进渔船及其配套设施升级改造。精深加工的生产装备大多停留在 20 世纪 80 年代的水平,机械化和自动化程度差、能耗和物耗偏高,特别是对提高加工品质和附加值有重要作用的机械化装备与国外先进水平相比差距较大。

5.2.3 牧场保障自动化 为实现海洋牧场的全链条布局,必须建立从监测、评价、预警、预报到溯源、管理的海洋牧场综合保障体系。通过在陆地管理中心建立信息化监测室,在海洋生态牧场内,按规划设置水下摄像头、水质监测探头等现代化设备,对牧场水域的温度、盐度、pH 值等环境参数进行测定,借由光纤等传输设备实时记录牧场内各项指标及海洋生物的动态。通过科学建模,建立并完善效果评价技术,对海洋牧场的运转状态进行科学评估,在发生异常情况前能够及时进行预判、预报。同时,构建海洋牧场产品生产全过程的质量安全追溯和管理体系,综合保障牧场的平稳运营。

5.2.4 牧场管理信息化 现代海洋牧场运营过程中需要多个运营单元的协调,包括牧场选择、地质、物理和生物海洋数据获取、生物承载力评估、牧场布局、鱼礁研制与布放、生物现场观测、生态安全和环境保障、产品资源量预测和采捕策略、效益评价等。随着科技进步,信息化在各行各业展现出了巨大的发展潜力。信息

化、数字化、智慧化正逐渐渗透到海洋牧场建设和管理过程之中。引入信息化管理,能够有效提高生产效率,减少养殖过程对环境的破坏,提高食品质量安全等(王恩辰等, 2015)。探索建设信息化海洋牧场,是顺应时代发展的必然选择。目前,由实时监测系统、预警预报系统、专家决策系统等组成的信息化系统正逐渐得以应用,依靠原理与技术创新和系统集成,实现现代牧场的信息化和智能化管理将指日可待。

参 考 文 献

- 王恩辰, 韩立民, 2012. 浅析智慧海洋牧场的概念、特征及体系架构. 中国渔业经济, 33(2): 11—15
- 中国水产科学研究院, 2012. 海藻可修复浅海网箱养殖环境. 中国渔业报, 2012-11-05002
- 李 波, 2012. 关于中国海洋牧场建设的问题研究. 青岛: 中国海洋大学硕士学位论文, 51
- 陈力群, 张朝晖, 王宗灵, 2006. 海洋渔业资源可持续利用的一种模式——海洋牧场. 海岸工程, 25(4): 71—76
- 沈静文, 2016. 渔业捕捞产能严重过剩 下一步坚决压减捕捞产能. 中国食品, 17: 155
- 杨红生, 1999. 试论我国“蓝色农业”的第二次飞跃. 世界科技研究与发展, 21(4): 77—80
- 杨红生, 赵 鹏, 2013. 中国特色海洋牧场亟待构建. 中国农村科技, (222): 15
- 杨红生, 2016. 我国海洋牧场建设回顾与展望. 水产学报, 40(7): 1133—1140
- 姜亚洲, 林 楠, 杨林林等, 2014. 渔业资源增殖放流的生态风险及其防控措施. 中国水产科学, 21(2): 413—422
- 周鸿艳, 2013. 高性能铜藻基活性炭的制备及其改性研究. 杭州: 浙江工业大学硕士学位论文, 67
- 都晓岩, 吴晓青, 高 猛等, 2015. 我国海洋牧场开发的相关问题探讨. 河北渔业, (2): 53—57
- 徐姗姗, 李 祯, 何培民, 2006. 大型海藻在近海水域中的生态修复作用及其发展策略. 渔业现代化, (6): 12—14
- 董双林, 李德尚, 潘克厚, 1998. 论海水养殖的养殖容量. 青岛海洋大学学报, 28(2): 86—91
- 曾呈奎, 毛汉礼, 1965. 海洋学的发展、现状和展望. 科学通报, 16(10): 876—883
- 曾呈奎, 徐恭昭, 1981. 海洋牧业的理论与实践. 海洋科学, 5(1): 1—6
- 阙华勇, 陈 勇, 张秀梅等, 2016. 现代海洋牧场建设的现状与发展对策. 中国工程科学, 18(3): 79—84
- 潘 澎, 2016. 海洋牧场——承载中国渔业转型新希望. 中国水产, (1): 47—49
- 颜慧慧, 王凤霞, 2016. 中国海洋牧场研究文献综述. 科技广场, (6): 162—167

VIEWS ON MODERN MARINE RANCHING

YANG Hong-Sheng¹, HUO Da^{1,2}, XU Qiang³

(1. *Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China*; 2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 101407, China*; 3. *Hainan University, Haikou 570228, China*)

Abstract As a new type of marine economy, marine ranching plays an important role in stock enhancement of fishery resources and restoration of marine ecosystem. Modern marine ranching is of great importance for sustainable development of marine fisheries and healthy coastal ecosystems in China. We illustrated the necessity of development of modern marine ranching and analyzed problems in marine ranching construction in China. In addition, we clarified four major issues in marine ranching, i.e., lack of technology standardization on the construction, insufficient modelization for the evaluation of carrying capacity, poorly defined ecological concepts in ideology, and under-developed informationization for the management; and discussed related concepts and classification models in modern marine ranching. Aiming at the healthy development of modern marine ranching in China, we proposed strategies for promoting technical innovations and suggestions of integrating processes in land and sea. Breakthroughs should be made in engineerization, mechanization, automation, and informationization. Importance and urgent needs for the construction of modern marine ranching shall be emphasized.

Key words modern marine ranching; engineering; mechanization; automation; informationization